

고강도 DP강과 TRIP강의 표면 수소 주입량에 따른 수소취성평가

The Change of Microstructures According to the Charging Amounts of Hydrogen in High Strength DP Steels and TRIP Steel

박재우^{a*}, 이철치^b, 강계명^c

^{a*}서울과학기술대학교 에너지환경대학원 신에너지공학과(E-mail:boonobang@nate.com),

^b서울과학기술대학교 산업대학원 재료공학과, ^c서울과학기술대학교 신소재공학과

초 록 : 음극전기분해법을 이용하여 고강도 DP강과 TRIP강에 수소를 강제 주입시켜, 시험편 내 수소량을 정량적으로 분석하였고, 표면하 미소경도분포 측정과 소형편치시험 및 파단면 관찰을 통하여 수소주입량에 따른 고강도 박강판재의 수소침투 및 수소취화거동을 평가하고자 하였다. DP강은 강도가 클수록 높은 수소량으로 조사되었고, TRIP강은 DP강에 비해 주입된 수소량이 적은 것으로 조사되었다. 또한 미소경도분포 및 소형편치시험에서도 DP강은 TRIP강에 비해 수소취성에 민감성이 높은 것으로 평가되었다.

1. 서론

최근 강도 특성과 성형가공 특성을 동시에 확보할 수 있는 고강도 박강판재의 연구 및 기술개발에 관심이 집중되고 있다. 그러나 고강도 강재의 적용에서 특히 수소침투에 의한 기계적 물성의 저하 및 취성파괴의 문제점을 안고 있어 이에 대한 대책이 필요하다. 더욱이 재료의 강도가 클수록 극미량의 수소에 의한 수소취성에 취약한 것으로 보고되고 있다. [1,2] 그러므로 고강도 강재에서의 수소침투에 따른 수소거동 및 이를 평가할 수 있는 시험기술은 필수적 연구과제로 있다.[3]

본 연구에서는 고강도 DP강과 TRIP강에 음극전기분해법을 이용하여 수소를 강제 주입시킨 후, 주입시간에 따른 시험편별 수소주입량을 정량적으로 측정하였다. 또한 표면층 깊이에 따른 미소경도 분포 측정 및 소형편치시험을 통하여 고강도 DP강과 TRIP강의 수소취화 거동에 대하여 고찰하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 고강도 박강판재로 연구, 개발 중인 DP강 3종과 TRIP강 1종을 시험편으로 선정하였다. Table 1에 시험편의 화학적 조성과 기계적 특성을 나타내었다. 수소주입은 전기화학적 방법의 음극전기분해법을 이용하여 시험편에 강제로 수소를 주입시켰다. 시험편은 와이어컷팅 및 표면연마를 통해 10×10×5mm의 크기로 최종 제작하였다. 이때 수소주입조건은 5h, 10, 25h, 50h의 주입시간으로 설정하여 150mA/cm²의 일정전류밀도 하에서 실험하였다.

수소주입조건에 따른 시험편 내 수소량은 수소분석기를 통하여 분석하였고, 수소주입시킨 시험편의 기계적 특성 변화를 평가하기 위해 미소경도 분포 측정과 소형편치시험을 본 연구에 적용하였다. 미소경도측정은 표면으로부터 재료 내부로의 깊이 방향으로 마이크로 비커스 경도계를 이용하여, 하중 25gf, 부하시간 15sec의 시험조건 하에서 실험하였다. 이때 수소주입 과정에서 생성될 수 있는 시험편 표면층 부식 등의 영향을 고려하여, 표면층으로부터 50μm 를 띄운 뒤, 60μm 간격으로 경도를 측정하였고, 최대경도값과 최소경도값을 제외시킨 나머지 경도값의 평균치를 측정값으로서 평가하였다.

또한 소형편치시험은 ASTM E 643규격에 준하여 만능재료시험기를 이용하여, 0.5mm/min.의 부하속도로 하중을 가해 실험하였고[4], 소형편치시험에 의해 얻어진 변위-하중곡선을 비교하여 고강도 DP강과 TRIP강의 수소취성거동 특성을 평가하고자 하였다.

Table 1. Chemical compositions and mechanical properties of DP steels and TRIP steel.

	Chemical compositions (wt.%)							Mechanical properties			
	C	Si	Mn	P	Al	Cr	Mo	B (ppm)	T.S. (MPa)	Y.S. (MPa)	EL. (%)
DP1	0.06	0.03	2.0	0.01	0.03	-	-	-	475	329	30.9
DP2	0.06	0.03	2.0	0.01	0.03	0.3	0.2	-	603	376	26.9
DP3	0.06	0.03	2.0	0.01	0.03	-	0.2	10	624	405	27.1
TRIP	0.14	0.9	2.1	0.01	0.04	0.02	-	-	829	518	26.2

3. 실험결과

수소주입시간에 따른 수소량을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 수소주입시간에 따라 모든 시험편에서 수소량이 증가하는 것으로 조사되었다. DP강 시험편은 강도가 클수록 수소주입량이 큰 것으로 조사되었고[5], 이와 반대로 TRIP강은 DP강에 비해 주입된 수소량이 적은 것을 확인할 수 있었다. 또한 Fig. 2와 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 미소경도 분포 측정 및 소형편치시험에서도 TRIP강은 DP강재에 비해 표면층으로부터의 수소침투의 영향이 적은 것으로 조사되었다.

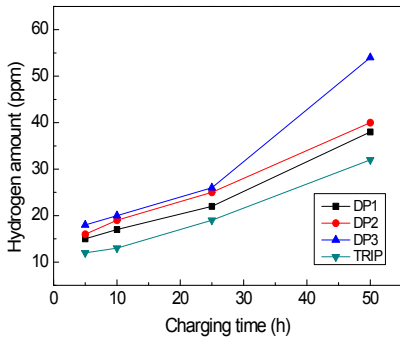


Fig. 1. Hydrogen amounts charged in specimens with charging times.

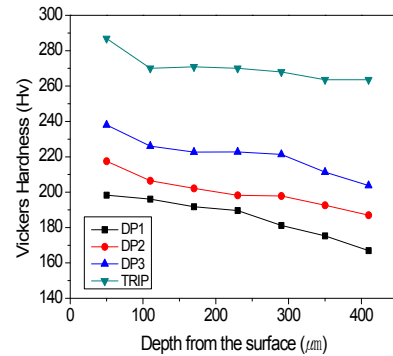


Fig. 2. The variation of micro-Vickers hardness with depth from the surface at each specimen.

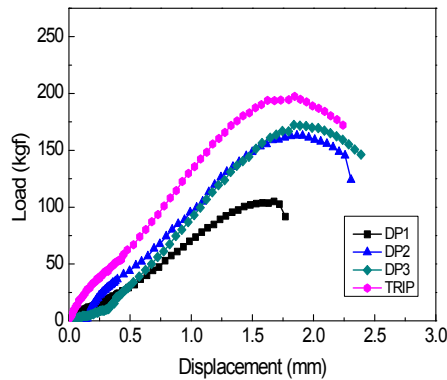


Fig. 3. Load-displacement diagram of small punch of 590DP steels and TRIP steel for 50h charging time.

4. 결론

고강도 박강판재인 DP강과 TRIP강에 수소주입에 따른 수소주입량 분석과 표면하 미소경도분포 측정 및 소형편치시험을 실시하였다. 수소주입시간에 비례하여 DP강과 TRIP강 조직 내 수소량은 증가하는 것으로 조사되었고, 침투된 수소에 의해 표면층에 우선적으로 트랩되어 미소경도값이 증가에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 미소경도분포 및 소형편치 시험을 통해 TRIP강은 DP강에 비해 수소취성에 강한 강재인 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 부품·소재기술개발사업(과제번호: 2011-0340)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. J. P. Hirth, Metall. Trans., 11A (1980) 861.
2. Kota Murakami, Nobuaki Yabe, ASME, 6 (2006) 563.
3. Valentini, R. and Solina, A. Mater. Sci. Technol., 10 (1994) 914.
4. The European Union under project, 13663-1998-02 F1PCA. ISP GB (1998).
5. T. Zhang, W. Chu, K. Gao, L. Qiao, Mater. Sci. Eng. A 347 (2003) 291.